

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Juli 2003 (10.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/056605 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01J 61/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/IB02/05507**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Dezember 2002 (18.12.2002)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
102 00 026.3 2. Januar 2002 (02.01.2002) **DE**

(71) Anmelder (nur für DE): **PHILIPS INTELLECTUAL  
PROPERTY & STANDARDS GMBH** [DE/DE]; Stein-  
damm 94, 20099 Hamburg (DE).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
DE, US): **KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS  
N.V.** [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eind-  
hoven (NL).

(72) Erfinder; und

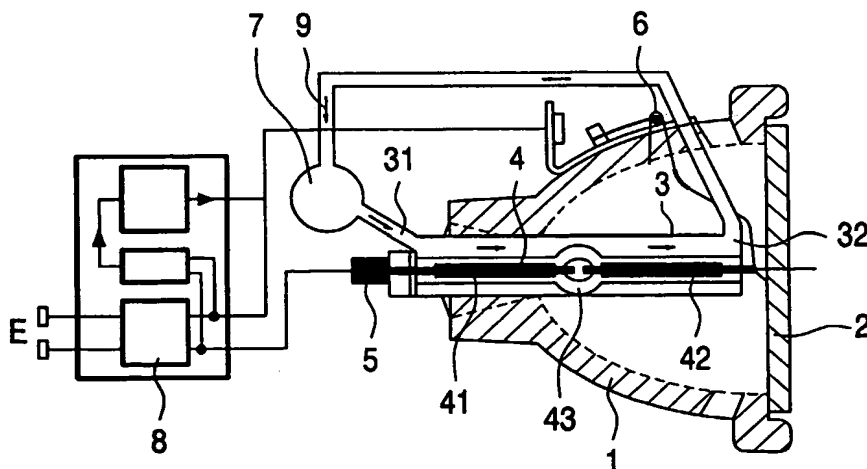
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MOENCH, Holger**  
[DE/DE]; c/o Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH, Weisshausstr. 2, 52066 Aachen (DE). **STOF-  
FELS, Jan, A., J.** [BE/DE]; c/o Philips Intellectual  
Property & Standards GmbH, Weisshausstr. 2, 52066  
Aachen (DE).

(74) Anwalt: **VOLMER, Georg**; Philips Intellectual Property  
& Standards GmbH, Weisshausstr. 2, 52066 Aachen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **COOLED HIGH INTENSITY GAS DISCHARGE LAMP**

(54) Bezeichnung: **GEKÜHLTE HOCHDRUCKGASENTLADUNGSLAMPE**



(57) Abstract: The invention relates to a cooled high intensity gas discharge lamp. Said lamp comprises at least a cooled bulb (43), which hermetically seals a discharge chamber (431) that is filled with a gas, whereby at the moment of discharge, an inhomogeneous temperature distribution is present, at least in the discharge chamber (431) and a cooling device (7) containing a coolant, which produces a directional coolant stream (9). According to the invention, a liquid coolant acts on the bulb (43), the lamp can be operated with an increased performance and the coolant stream (9) is formed in such a way that devitrification of the bulb (43) and condensation of the gas is substantially prevented during increased power consumption.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine gekühlte Hochdruckgasentladungslampe, zumindest umfassend einen gekühlten Lampenkolben (43), der einen mit einem Gas gefüllten Entladungsraum (431) hermetisch verschließt, wobei zum Zeitpunkt der Gasentladung zumindest im Entladungsraum (431) eine inhomogene Temperaturverteilung besteht, und eine Kühleinrichtung (7) mit einem Kühlmittel, die einen gerichteten Kühlmittelstrom (9) erzeugt, wobei ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben (43) einwirkt, die Lampe mit einer erhöhten Leistung betreibbar und der Kühlmittelstrom (9) derart beschaffen ist, dass bei der erhöhten Leistungsaufnahme der Lampe eine Entglasung des Lampenkolbens (43) und eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.

WO 03/056605 A2



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Gekühlte Hochdruckgasentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine gekühlte Hochdruckgasentladungslampe, die zumindest einen gekühlten Lampenkolben, der einen mit einem Gas gefüllten Entladungsraum hermetisch verschließt, wobei zum Zeitpunkt der Gasentladung zumindest im Entladungsraum eine inhomogene Temperaturverteilung besteht, und eine

5 Kühleinrichtung mit einem Kühlmittel, die einen gerichteten Kühlmittelstroms erzeugt, umfasst.

Hochdruckgasentladungslampen (HID- [high intensity discharge]-Lampen) und insbesondere UHP- (ultra high performance) Lampen werden auf Grund ihrer optischen Eigenschaften u.a. bevorzugt zu Projektionszwecken eingesetzt.

10 Für diese Anwendungen wird eine möglichst punktförmige Lichtquelle gefordert, so dass der sich zwischen den Elektroden spitzen ausbildende Lichtbogen eine Länge von etwa 0,5 bis 2,5 mm nicht überschreiten soll. Weiterhin ist eine möglichst hohe Lichtstärke bei möglichst natürlicher spektraler Zusammensetzung des Lichtes erwünscht.

Diese Eigenschaften können mit UHP-Lampen derzeit am besten erreicht

15 werden. Bei der Entwicklung dieser Lampen müssen jedoch zwei wesentliche Forderungen gleichzeitig erfüllt werden:

Einerseits darf die höchste Temperatur an der inneren Oberfläche des Entladungsraums nicht so hoch werden, dass eine Entglasung des im allgemeinen aus Quarzglas gefertigten Lampenkolbens auftritt. Dies kann deshalb problematisch sein, weil

20 durch die starke Konvektion innerhalb des Entladungsraums der Lampe der Bereich oberhalb des Lichtbogens besonders stark erwärmt wird.

Andererseits muss die kälteste Stelle an der inneren Oberfläche des Entladungsraums (Brennraum) noch eine so hohe Temperatur aufweisen, dass sich das Quecksilber dort nicht niederschlägt, sondern insgesamt in ausreichendem Maße in

25 verdampftem Zustand erhalten bleibt. Dies ist in besonderem Maße bei Lampen mit gesättigter Gasfüllung zu beachten.

Diese beiden widerstrebenden Forderungen führen dazu, dass die maximal zulässige Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Temperatur (im allgemeinen an der oberen und unteren Innenseite des Entladungsraums) relativ gering ist. Da jedoch

durch die innere Konvektion hauptsächlich der Bereich oberhalb des Entladungsraums erwärmt wird und dessen Wärmeleitfähigkeit durch entsprechende Gestaltung des Lampenkolbens nur in engen Grenzen erhöht werden kann, ist die Einhaltung der maximalen Differenz relativ schwierig, und einer Leistungssteigerung der Lampe sind enge Grenzen  
5 gesetzt. Durch eine Luftkühlung ist eine diesbezügliche Leistungssteigerung grundsätzlich möglich, wobei dort aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Luft nur bestimmte Wärmemengen vom Lampenkolben abgeführt werden können.

10 Aus der Lichttechnik im allgemeinen sind luftgekühlte Lampen bekannt. In der DE 190 31 17 ist beispielsweise eine luftgekühlte Kurzbogenlampe als Flutlichtleuchte beschrieben. Diese Flutlichtleuchte mit einem Spiegel für eine im Brennpunkt des Spiegels wirksame Lampe, mit einer etwa punktförmigen Lichtquelle hoher Leistung und großer Leuchtdichte wird unter Verwendung von Düsen zum Anblasen des Lampenkolbens gekühlt.  
15 Die vermittelte Lehre verweist ausdrücklich auf die Annahme der Fachwelt, dass solche Kurzbogen-Hochleistungslampen eine künstliche Luftkühlung haben müssen.

Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, eine  
20 Hochdruckgasentladungslampe der eingangs genannten Art und insbesondere eine für Projektionszwecke geeignete UHP-Lampe bzw. Beleuchtungseinheit zu schaffen, deren spektrale Eigenschaften in einem erweiterten Leistungsbereich zumindest erhalten bleiben.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben einwirkt, die Lampe mit einer erhöhten Leistung betreibbar und der  
25 Kühlmittelstrom derart beschaffen ist, dass bei der erhöhten Leistungsaufnahme der Lampe eine Entglasung des Lampenkolbens und eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass nicht nur die spektralen Eigenschaften des Lichtes auf hohem Niveau erhalten bleiben, sondern dass die  
30 Lampe bei einer höheren Betriebsspannung arbeitet, so dass bei gleichem Lampenstrom eine entsprechend höhere Lampenleistung erzielt wird. Andererseits wird bei gleicher Lampenleistung ein nur geringerer Strom benötigt. Dies hat zur Folge, dass die Elektroden, die bei den für Projektionsanwendungen interessanten Elektrodenabständen von etwa 0,5 bis

2,5 mm normalerweise einem besonders hohen Verschleiß unterliegen, nunmehr eine wesentlich längere Lebensdauer aufweisen.

Durch die Verwendung eines flüssigen Kühlmittels, beispielsweise Wasser oder einem Gemisch, welches Wasser enthält, können bessere Wärmeübergangswerte pro Zeiteinheit realisiert werden. Eine Prämisse für die Auswahl des flüssigen Kühlmittels ist, keine signifikanten Veränderungen der spektralen Eigenschaften des Lichtes zu bewirken. Die Beschaffenheit des Kühlmittelstromes, beispielsweise die Art und Weise der Berührung mit definierten Bereichen des Lampenkolbens, beeinflusst die gewünschte Wärmeleitung aus dem Lampenkolben wesentlich.

Im Fokus stehen erfindungsgemäß insbesondere die Bereiche des Lampenkolbens, die während des Betriebes der Lampe die höchsten Temperaturen aufweisen. Dabei ist die jeweilige Einbaulage der Lampe, beispielsweise waagrecht oder senkrecht, zu berücksichtigen, da diese die Temperaturverteilung innerhalb des Temperaturfelds im Entladungsraum und somit im Lampenkolben maßgeblich beeinflusst. Ein weiteres Kriterium für die erfindungsgemäße Dimensionierung und Gestaltung des Kühlsystems ist der Grad der Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass die Lampe und die Kühleinrichtung in aufeinander abgestimmter Weise betrieben werden können. Dies betrifft insbesondere die eingestellte Ausgangsleistung der Lampe, die um einen Faktor von zwischen etwa 2 und 10 gegenüber der Nennleistung der Lampe ohne Kühlung erhöht werden kann, ohne dass eine Entglasung des Lampenkolbens zu beobachten ist. Weiterhin ist durch das abgestimmte Betreiben, beispielsweise durch Verwendung eines Regelkreises, gewährleistet, dass beim Feststellen des Absinkens der Lampenspannung die Kühlung derart verringert wird, dass eine Kondensation von Quecksilber verhindert wird.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung betrifft eine Hochdruckgasentladungslampe, die als Kurzbogenlampe ausgeführt ist und Projektionszwecken dient.

In dem Fall, wo die Leistungsaufnahme der Lampe veränderlich einstellbar sein kann oder muß, ist es zweckmäßig, den Kühlmittelstrom, der durch die Kühleinrichtung erzeugt wird, in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme der Lampe definiert zu steuern.

Außerdem oder alternativ ist das Betreiben der Kühleinrichtung bevorzugt, wobei das Kühlmittel in einem üblichen geschlossenen Kreislauf bewegt wird.

Die Kühlung ist dann am effektivsten, wenn der Kühlmittelstrom zumindest auf einen Bereich des Lampenkolbens, der oberhalb des Entladungsraum liegt und somit regelmäßig die höchste Temperatur besitzt, direkt gerichtet ist.

Bei einer waagerechten Einbaulage der Lampe ist bevorzugt, dass der Kühlmittelstrom in erhöhtem Maße oder ausschließlich auf den Bereich gerichtet wird, der oberhalb von den sich gegenüberliegenden Elektrodenspitzen einer Elektrodenanordnung liegt. Ein im erhöhten Maße auf diesen Bereich gerichteter Kühlmittelstrom, ist beispielsweise durch einen sog. Außenkolben realisierbar, wobei durch der Kühlmittelstrom im oberen Bereich des Außenkolben größere Volumenströme auftreten als im unteren.

Bei einer senkrechten Einbaulage der Lampe ist bevorzugt dass der Kühlmittelstrom in erhöhtem Maße oder ausschließlich auf den Bereich gerichtet wird, der oberhalb der oberen Elektrodenspitze einer Elektrodenanordnung liegt. Der Kühlmittelstrom kann bevorzugt im Bereich der oberen Elektrodendurchführung geführt werden. Diese Führung des Kühlmittelstroms ist besonders zweckmäßig, weil in diesem Bereich des Lampenkolbens nur sehr wenig Licht emittiert wird. Die Flüssigkeitskühlung beeinflusst damit die relevanten Lichtparameter nur unwesentlich.

Bevorzugt ist außerdem, dass der Bereich, der sich in der jeweiligen Einbaulage der Lampe oberhalb des Entladungsraums befindet, einen besseren Wärmedurchgangskoeffizienten besitzt als der unterhalb liegende. Dies kann insbesondere erreicht werden, in dem im Bereich unterhalb und/oder oberhalb des Entladungsraums Mittel angeordnet sind und/oder der Lampenkolben derart dimensioniert ist, dass der dortige Wärmedurchgangskoeffizient im Sinne der Erfindung beeinflussbar ist. Solche in der Wärme- und Isolationstechnik an sich bekannten Mittel sind beispielsweise auf der äußeren Oberfläche des Lampenkolbens aufgebrachte Isolationsschichten. Dadurch läßt sich der Wärmedurchgangskoeffizient im Allgemeinen noch effektiver beeinflussen. Außerhalb des wesentlichen Lichtkegels der Lampe, insbesondere in der Nähe der Elektrodendurchführungen können auch nicht-transparente Schichten Verwendung finden. Dadurch läßt sich der Wärmedurchgangskoeffizient wesentlich effektiver beeinflussen.

Im Bereich unterhalb des Entladungsraums sind bevorzugt Mittel angeordnet, die den Wärmedurchgangskoeffizient des unten liegenden Bereiches des Lampenkolbens verringern, wie beispielsweise auf den Glaskörper aufgebrachte transparente Schichten.

In diesem Sinne ist auch bevorzugt, dass sich die Wandstärke des Bereiches, der sich oberhalb des Entladungsraums befindet, hin zum unten liegenden Bereich verstärkt. Bei einer waagerechten Einbaulage des Lampenkolbens ist somit bevorzugt, dass sich die Wandstärke des Bereiches, der sich oberhalb von den sich gegenüberliegenden

5 Elektrodenspitzen einer Elektrodenanordnung befindet, sich hin zum unten liegenden Bereich verstärkt.

Mit den Ausführungen gemäß den Ansprüchen 4 bis 7 wird die Wirksamkeit der Kühlung weiter verbessert, so dass die Lampenleistung weiter erhöht werden kann und die anderen Lampeneigenschaften, wie das Spektrum des abgegebenen Lichtes oder

10 Brennspannung, zumindest erhalten bleiben.

Ein anderer Aspekt der Erfindung, gemäß der Ansprüche 8 und 9, zielt auf eine weitestgehende Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum selbst, so dass ein gegenüber dem Stand der Technik grundsätzlich unveränderter Lampenkolben Verwendung finden kann.

15 Diesbezüglich bevorzugt ist, dass eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum durch das Drehen der Lampe um die gedachte waagerechte Achse zwischen den sich gegenüberliegenden Elektrodenspitzen erfolgt.

Alternativ kann eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum durch ein Betreiben der Lampe im Bereich sog. akustischer Resonanzen

20 erfolgen. Die akustischen Resonanzen werden dabei in bekannter Art und Weise, beispielsweise wie in der US 5880561 und US 6225724 beschrieben, benutzt, um eine Aufwärtskrümmung des Bogens zu verhindern und somit die Temperaturdifferenz im Lampenkolben zu verringern.

Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem durch eine Beleuchtungseinheit mit

25 zumindest einer Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 9 gelöst.

Eine solche Beleuchtungseinheit kann insbesondere für Projektionszwecke, bei denen Leistungen über 400 bis 7000 W benötigt werden, eingesetzt werden. Für besonders lichtstarke Projektoren (z. B. Electronic Cinema) sind Hochdruckgasentladungslampe ohne eine Kühlung nicht und mit einer Luftkühlung nur

30 bedingt geeignet.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1 schematische Schnittdarstellung der Hochdruckgasentladungslampe  
(UHP-Lampe),

Fig. 2 eine sich ohne Kühlung einstellende Temperaturverteilungen im Bereich des Entladungsraums und

Fig. 3 eine Temperaturverteilung im Bereich des Brennraums der Elektroden mit einer erfindungsgemäßen Kühlung.

Figur 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße UHP-Lampe in einer waagerechten Einbaulage der Lampe. Die UHP-Lampe besitzt ein Reflektorgehäuse 1, dessen Öffnung vorzugsweise mit einer Frontscheibe 2 abgeschlossen ist. Die Frontscheibe 2 bildet eine Lichtaustrittsfläche und dient zum Schutz der Umgebung im Falle einer Zerstörung der Lampe. Sie kann auch als Filterscheibe für das erzeugte Licht ausgelegt sein.

Eine Elektrodenanordnung 4 erstreckt sich von dem der Öffnung gegenüberliegenden Ende des Reflektorgehäuses 1 in dieses hinein. Die Elektrodenanordnung 4 umfasst im wesentlichen eine erste Elektrode 41 sowie eine zweite Elektrode 42, die sich in einem Lampenkolben 43 befinden, und zwischen deren gegenüberliegenden Spitzen in einem Entladungsraum 431 des Lampenkolbens 43 eine Lichtbogen-Entladung angeregt wird. Die jeweils anderen Enden der Elektroden 41, 42 sind mit elektrischen Anschlüssen 5, 6 der Lampe verbunden, über die durch ein Netzteil 8 die zum Betrieb der Lampe erforderliche Versorgungsspannung zugeführt wird.

Neben der Elektrodenanordnung 4 erstreckt sich weiterhin ein zylinderförmiger Außenkolben 3 in das Reflektorgehäuse 1. Der Außenkolben 3 besitzt einen Einlaß 31 und einen Auslass 32 über welche der Flüssigkeitsumlauf des Kühlmittels in einem geschlossenen Kühlkreislauf erfolgt. Die Kühleinrichtung 7 umfasst alle für einen herkömmlichen Kühlmittelkreislauf erforderlichen Komponenten, wie zumindest einen Flüssigkeitsbehälter, eine Pumpe, Einlaß- und Auslass-Organen, ggf. ein Kühlaggregat, Temperaturregelsysteme und entsprechende Verbindungsleitungen. Die vorgenannten elektrischen bzw. elektronischen Komponenten der Kühleinrichtung 7 besitzen regelmäßig zumindest eine Stromversorgung und Steuerung, und sind oft über Datensysteme vernetzt.



Der Einlaß 31 ist an eine Umwälzpumpe angeschlossen, so dass durch diese ein Strömen der Flüssigkeit zwischen Einlaß 31 und Auslass 32 verursacht wird. Bei einem definiertem Volumendurchsatz durch den Außenkolben 3 wird eine den jeweiligen Betriebsbedingungen der Lampe angepaßte Wassereintrittstemperatur über den Einlaß 31 zugeführt. Der

5 Kühlmittelstrom wird insbesondere durch die Anordnung des Einlasses 31 und die geometrischen Verhältnisse des Außenkolbens 3 auf des zu kühlenden Bereich des Lampenkolben 43 gerichtet. Der Auslass 32 ist in der Nähe des elektrischen Anschlusses 6 angeordnet, um insbesondere außerhalb des Lichtkegels der Lampe zu liegen.

Die erfindungsgemäße Lampe wird mit dem Netzteil 8 für eine allgemeine

10 Netzspannung betrieben. Es umfasst eine erste Ansteuerschaltung zur Versorgung der Lampe sowie eine zweite Ansteuerschaltung zum Betreiben einer den Kühlmittelstrom 9 erzeugenden Quelle. Weiterhin ist eine Überwachungs- und Steuereinrichtung vorgesehen, mit der die an der Lampe anliegende Lampenspannung gemessen wird. Alternativ dazu kann die zweite Ansteuerschaltung mit der Quelle zu einer gesonderten Kühleinheit kombiniert

15 sein, wobei in diesem Fall die Überwachungs- und Steuereinrichtung vorzugsweise einen Ausgangsanschluss aufweist, der zur Verbindung mit der Kühleinheit vorgesehen ist und an dem ein zum Beispiel digitales Informationssignal über die Höhe der Lampenspannung und -leistung anliegt.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Kühlung sei

20 zunächst anhand von Figur 2 der Bereich des Entladungsraum 431 der Elektrodenanordnung 4 näher erläutert. Figur 2 zeigt die einander gegenüberliegenden Bereiche der Elektroden 41, 42 sowie ihre Spitzen 411, 421, die sich in den Entladungsraum 431 des Lampenkolbens 43 erstrecken und zwischen denen sich im Betriebszustand der Lampe ein Lichtbogen 432 ausbildet.

25 In diesem Zustand werden der Entladungsraum 431 und die umgebenden Bereiche des Lampenkolbens 43, insbesondere die Wandbereiche, in unterschiedlichem Maße erwärmt. Die höchste Temperatur T1 am Lampenkolben 43 tritt an der in waagerechter Betriebsstellung der Lampe oberen Innenseite des Entladungsraums 431 auf, während die Temperatur T2 an der gegenüberliegenden unteren Innenseite des Entladungsraums 431

30 niedriger als T1 ist. Auf Grund des Temperaturgradienten durch die Wand des Lampenkolbens 43, die im allgemeinen aus Quarzglas besteht, ist die Temperatur T3 an der oberen Außenseite des Lampenkolbens 43 niedriger als die Temperatur T1 an der dortigen Innenseite, jedoch gleichzeitig die höchste Temperatur an der Außenseite des Lampenkolbens 43. Schließlich ist auch die Temperatur T4 an der unteren Außenseite des Lampenkolbens 43

niedriger als die Temperatur T2 an der unteren Innenseite. Die genannten Stellen sind in der Figur mit den Buchstaben T1 bis T4 bezeichnet. Somit ergeben sich unter anderem folgende Zusammenhänge:  $T2 < T1$ ,  $T1 > T3$  und  $T2 > T4$ .

Beim Entwurf der Lampe und der Optimierung der Lichtausbeute ist zu berücksichtigen, dass diese Temperaturen folgende Bedingungen erfüllen müssen:

Die höchste Temperatur T1 an der oberen Innenseite des Lampenkolbens 43 darf nicht so hoch sein, dass die Gefahr einer Entglasung des Quarzglases besteht. Die niedrigste Temperatur T2 an der unteren Innenseite des Lampenkolbens 43 muss andererseits so hoch sein, dass das Quecksilber sich dort nicht niederschlägt, sondern in Form von Dampf erhalten bleibt. Für die Differenz T1 - T2 zwischen diesen beiden Temperaturen gilt, dass sie durch Konvektion und Wärmetransport in dem heißen Plasma bestimmt wird. Dies bedeutet, dass die Differenz proportional zu dem Gasdruck in dem Entladungsraum 43 ist und somit eine kritische Größe insbesondere bei UHP-Lampen darstellt.

Zur Erzielung der eingangs genannten Eigenschaften und Vorteile der erfindungsgemäßen Lampe wird ein möglichst hoher Gasdruck (Druck des Quecksilberdampfes) angestrebt. Dieser Druck ist gemäß folgender Formel von der Temperatur T der kältesten Stelle im Entladungsraum 431 abhängig:

$$p_{\text{Hg}} [\text{bar}] = 2,5 * 10^5 e^{-8150 \text{ K/T}}$$

Die Erhöhung des Gasdrucks wird also durch eine Erhöhung der Temperatur der kältesten Stelle im Entladungsraum 431 bewirkt. Um die Lampe bei einer entsprechend erhöhten Leistung betreiben zu können, ist erfindungsgemäß, dass ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben 43 einwirkt, wobei der Kühlmittelstrom derart beschaffen ist, dass eine Entglasung der Innenseite des Lampenkolbens 43 und eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.

Mit dieser Kühlung wird ein Kühlmittelstrom 9 gemäß der Darstellung durch die Pfeile in Figur 3 insbesondere auf den Bereich oberhalb des Entladungsraums 431 gerichtet. Dies hat eine Veränderung der Temperaturverteilung zur Folge. Die höchste Temperatur T3 an der Außenseite des Lampenkolben 43 wird durch die Kühlung auf eine Temperatur T13 vermindert und gleichzeitig in Strömungsrichtung an der Außenseite verschoben. Entsprechend wird auch die höchste Temperatur T1 an der Innenseite des Lampenkolbens 43 auf eine Temperatur T11 vermindert und in Strömungsrichtung verschoben. Die niedrigste Temperatur T14 an der Außenseite des Lampenkolbens 43 befindet sich dort, wo der Kühlmittelstrom 9 auf den Lampenkolben 43 trifft. Innerhalb des Entladungsraums 431 ist an dessen unterer Seite entgegen der Strömungsrichtung verschoben

die Temperatur T12 oder, bei besonders starker Strömung, an dessen oberer Seite entgegen der Strömungsrichtung verschoben, die Temperatur T122 als niedrigste Temperatur zu finden.

Mit der erfindungsgemäßen Kühlung ist es möglich, die Lampenleistung zu erhöhen, ohne dass dadurch die sehr kritische höchste Temperatur T1 an der oberen

- 5 Innenseite des Lampenkolben 43 ansteigt. Selbst in dem Fall, in dem die Temperatur T11 aufgrund unvorhergesehener Umstände doch ansteigen und eine lokale Entglasung des Lampenkolbens 43 verursachen sollte, stört diese den nutzbaren Lichtkegel nicht, da sie gemäß Figur 3 in einem durch die Elektroden abgeschatteten Bereich liegen würde.

- 10 Durch die erhöhte Lampenleistung sinkt die Temperatur T2 der kältesten Stellen in dem Entladungsraum 431 trotz der zusätzlichen Kühlung nicht ab. Somit tritt für einen großen Parameterbereich keine Kondensation von Quecksilber auf. Wesentlich hierbei ist die gleichzeitige Einstellung von Kühlmittelstrom und Lampenleistung, wobei der Kühlmittelstrom im allgemeinen in Abhängigkeit von der Lampenleistung gesteuert wird. Bei alleiniger Kühlung der Lampe (auch wenn diese gezielt auf die Oberseite gerichtet ist) ohne
- 15 Erhöhung der Leistung würde das Quecksilber insbesondere bei den hier verwendeten Lampen mit gesättigter Gasfüllung sofort kondensieren, so dass sich die Eigenschaften der Lampe in unerwünschtem Maße verschlechtern würden.

- Weiterhin zeigte sich, dass eine für 150 Watt Nennleistung dimensionierte UHP-Lampe sogar mit 400 Watt betrieben werden konnte, ohne dass die Temperaturen
- 20 innerhalb des Entladungsraums 431 die kritischen Grenzen überschritten. Insgesamt ergab sich, dass die maximale (erhöhte) Leistung dieser Lampen deutlich über 400 Watt hinaus vergrößert werden konnte, ohne die anderen Lampeneigenschaften zu beeinträchtigen. Allgemein kann die Ausgangsleistung der Lampen bei Anwendung der Kühlung um einen Faktor von 2 bis etwa 10 erhöht werden. Ferner kann es sinnvoll sein, die Größe der
- 25 Elektroden an die möglichen höheren Ströme anzupassen.

Die den Kühlmittelstrom 9 erzeugende Quelle kann ein einfache stufenlos regelbare Umwälzpumpe sein, die so dimensioniert ist, dass der erforderliche Volumendurchsatz und damit bei bekannten Geometrien des Strömungskanals die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit erzielt wird.

- 30 Ein weiterer Vorteil dieser Kühlung besteht darin, dass in dem Fall, in dem die Kühlung nach dem Abschalten der Lampe zum Beispiel für etwa 10 bis 30 Sekunden aufrechterhalten wird, das Gas (Quecksilber) relativ schnell kondensiert und damit der innere Gasdruck abnimmt. Die Kondensation erfolgt dabei nicht an den Elektroden, sondern an der

Innenwand des Lampenkolbens 431. Dadurch ist bereits wenige Sekunden nach dem Abschalten der Lampe eine erneute Zündung mit relativer geringer Zündspannung möglich.

Um für eine gegebene Dimensionierung des Lampenkolbens 43 und des Entladungsraums 431 eine möglichst hohe Ausgangsleistung und einen hohen Betriebsdruck der Lampe zu erzielen, ist eine möglichst intensive Kühlung und somit ein starker Kühlmittelstrom 9 erforderlich. Eine Grenze ist diesbezüglich jedoch durch die Kondensation von Quecksilber in dem Entladungsraum 431 gegeben. Es hat sich nun gezeigt, dass der Beginn der Kondensation an der kältesten Stelle in dem Entladungsraum 431, die nicht unbedingt an dessen unterer Seite liegen muss, durch Überwachung eines Absinkens der Lampenspannung erfasst werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, durch Auswertung und Rückkopplung der mit der Überwachungs- und Steuereinrichtung erfassten Lampenspannung auf die zweite Ansteuerschaltung den Kühlmittelstrom 9 so zu regeln, dass er zwar möglichst stark ist, nicht jedoch so stark, dass für eine mit der ersten Ansteuerschaltung eingestellte Lampen-Lichtleistung eine die Lampeneigenschaften beeinträchtigende Kondensation auftritt. Umgekehrt kann also die Lichtleistung der Lampe durch optimierte Kühlung maximiert werden, wobei sich durch die Rückkopplung ein stabiler Betriebszustand einstellt.

Ein weiterer Vorteil der Kombination der erfindungsgemäßen Lampe mit dem Netzteil 8 der oben genannten Art ergibt sich bei einem Betrieb der Lampe mit unterschiedlichen Lichtleistungen. Insbesondere in dem Fall, in dem die Lampe gedimmt wird, können durch entsprechende Verminderung der Kühlung gemäß obiger Beschreibung die optimalen Betriebszustände (Gasdruck) im Entladungsraums 431 aufrechterhalten werden. Dies hat zur Folge, dass auch bei reduzierter Lichtleistung die Eigenschaften der Lampe insbesondere im Hinblick auf das Farbspektrum des abgestrahlten Lichtes nicht beeinträchtigt werden. Auf diese Weise wird der nutzbare Dimmbereich bei erfindungsgemäßen UHP-Lampen, der sich bei bekannten UHP-Lampen nur bis etwa 80 Prozent der maximalen Lichtleistung erstreckt, erweitert, da durch entsprechende Verminderung der Kühlung in Abhängigkeit von einem erfassten Absinken der Spannung an der Lampe eine Kondensation von Quecksilber weitgehend verhindert werden kann. Diese Reduzierung der Kühlung findet eine praktische Grenze in den physikalischen Eigenschaften des flüssigen Kühlmittels, insbesondere am Phasenübergang flüssig-gasförmig.

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Gekühlte Hochdruckgasentladungslampe, zumindest umfassend einen gekühlten Lampenkolben (43), der einen mit einem Gas gefüllten Entladungsraum (431) hermetisch verschließt, wobei zum Zeitpunkt der Gasentladung zumindest im Entladungsraum (431) eine inhomogene Temperaturverteilung besteht, und eine  
5 Kühleinrichtung (7) mit einem Kühlmittel, die einen gerichteten Kühlmittelstrom (9) erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben (43) einwirkt, die Lampe mit einer erhöhten Leistung betreibbar und der Kühlmittelstrom (9) derart beschaffen ist, dass bei der erhöhten Leistungsaufnahme der Lampe eine Entglasung des Lampenkolbens (43) und eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.  
10
2. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckgasentladungslampe eine Kurzbogenlampe für Projektionszwecke ist.
3. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass der Kühlmittelstrom (9) durch die Kühleinrichtung (7) in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme der Lampe gesteuert und/oder in einem geschlossenen Kreislauf betrieben wird.
4. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der Kühlmittelstrom (9) zumindest auf einen Bereich des Lampenkolbens (43), der oberhalb des Entladungsraum (431) liegt und die höchste Temperatur besitzt, direkt gerichtet ist.
5. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass der Bereich, der sich in der jeweiligen Einbaulage der Lampe oberhalb des Entladungsraums (431) befindet, einen besseren Wärmedurchgangskoeffizient besitzt als der unterhalb liegende.

6. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich unterhalb und/oder oberhalb des Entladungsraums (431) Mittel angeordnet sind und/oder der Lampenkolben (43) derart dimensioniert ist, dass der dortige Wärmedurchgangskoeffizient beeinflussbar ist.

5

7. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wandstärke des Bereiches, der sich oberhalb des Entladungsraums (431) befindet, hin zum unten liegenden Bereich verstärkt.

10

8. Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum (431) durch das Drehen der Lampe um die gedachte Achse zwischen den sich gegenüberliegenden Elektrodenspitzen (411, 421) erfolgt.

15

9. Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum (431) durch ein Betreiben der Lampe im Bereich sog. akustischer Resonanzen erfolgt.

10. Beleuchtungseinheit für Beleuchtungs- und/oder Projektionszwecke mit

20

zumindest einer Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

1/1

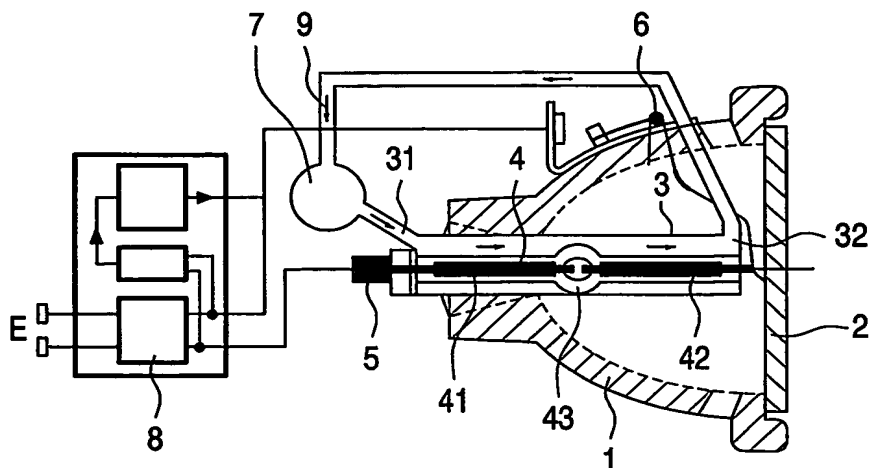


Fig.1

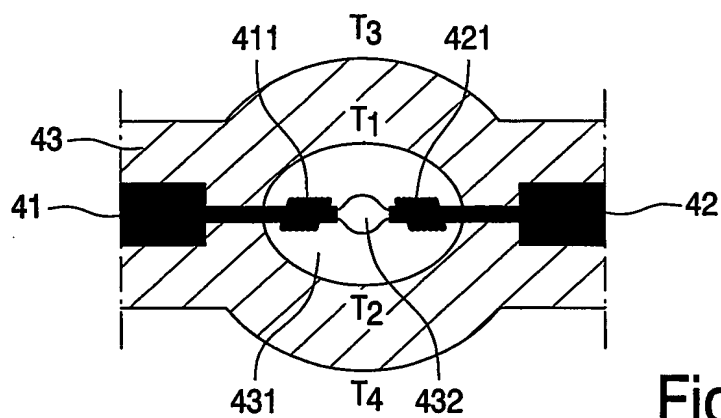


Fig.2

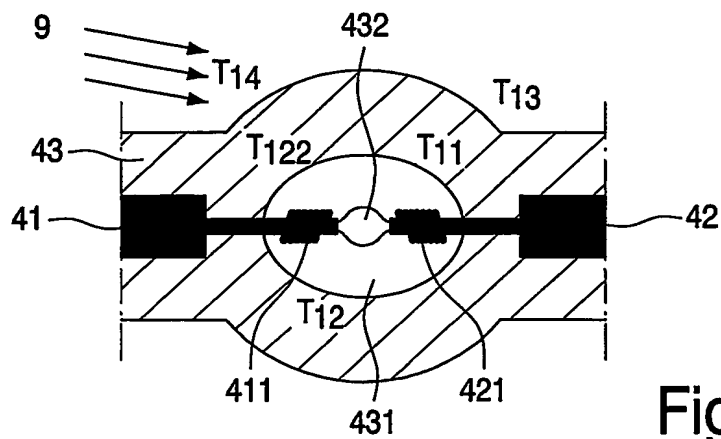


Fig.3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/JP 02/05507

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01J61/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	EP 0 897 190 A (OSRAM SYLVANIA INC) 17 February 1999 (1999-02-17)  abstract; claims 1-4 paragraphs '0009!', '0012!', '0013!', '0015!', '0020!', '0022!', '0031!', '0032!', '0036!' ---	1,2,4,8, 10 9 7
Y	EP 0 825 808 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 25 February 1998 (1998-02-25) cited in the application abstract column 2, line 12 - line 18 column 6, line 6 - line 23 --- -/-	9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 March 2004

Date of mailing of the international search report

07/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martín Vicente, M.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/JP 02/05507

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 October 1997 (1997-10-31) &amp; JP 09 147805 A (USHIO INC), 6 June 1997 (1997-06-06) abstract</p> <p>-----</p>	1, 3, 4, 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP02/05507

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0897190	A	17-02-1999	US 6016031 A	18-01-2000
			CA 2241501 A1	11-02-1999
			EP 0897190 A2	17-02-1999
			HU 9801852 A2	28-04-1999
			JP 11111238 A	23-04-1999
EP 0825808	A	25-02-1998	CN 1180985 A ,B	06-05-1998
			DE 69717924 D1	30-01-2003
			DE 69717924 T2	06-11-2003
			EP 0825808 A2	25-02-1998
			HK 1009233 A1	08-08-2003
			JP 3201981 B2	27-08-2001
			JP 10326681 A	08-12-1998
			US 5880561 A	09-03-1999
JP 09147805	A	06-06-1997	JP 3152132 B2	03-04-2001